 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i6.6026

Intelligent fire protection: Research on innovative application of AI technology in the field of fire protection

Chuangnan Wu

Luohu District Fire Rescue Brigade, Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

With the rapid advancement of artificial intelligence (AI) technology, its applications across various sectors are expanding. This paper aims to explore how AI can enhance fire safety efforts, analyzing its use in fire prevention, alarms, and rescue operations, as well as the challenges and strategies to address these issues, to provide insights for the intelligent development of the fire protection industry. In terms of fire prevention, AI can leverage computer vision and multi-source IoT sensor data to intelligently identify and predict risks such as fire lane occupancy and electrical hazards, thereby enhancing proactive prevention capabilities. For fire alarms, by integrating multi-sensor data and using convolutional neural network models for flame recognition, the false alarm rate can be significantly reduced to less than 5%, and early fire detection can be achieved. Additionally, dynamic path planning technology is used to optimize intelligent evacuation guidance, forming a collaborative network of intelligent agents, which greatly improves rescue efficiency and personnel safety.

Keywords

artificial intelligence; fire work; fire prevention; fire alarm; fire rescue

智能消防：AI 技术在消防领域的创新应用研究

吴创南

罗湖区消防救援大队，中国 · 广东 深圳 518000

摘　要

随着人工智能（AI）技术的飞速发展，其在各个领域的应用日益广泛。本文旨在探讨如何利用AI技术推动消防工作的开展，分析AI技术在火灾预防、火灾报警、灭火救援等方面的应用，以及面临的挑战和应对策略，以期为消防领域的智能化发展提供参考。在火灾预防层面，基于计算机视觉与多源物联网传感器数据，实现对消防通道占用、电气火灾隐患等风险的智能识别与预测预警，有效提升主动防控能力；在火灾报警层面，通过多传感器融合分析与卷积神经网络火焰识别模型，显著降低误报率（＜5%）并实现早期火灾精准探测，结合动态路径规划技术优化智能疏散引导构建智能体协同网络，大幅提升救援效率与人员安全性。

关键词

人工智能；消防工作；火灾预防；火灾报警；灭火救援

1 引言

消防工作是保障人民生命财产安全和社会稳定的重要任务。传统的消防工作主要依赖于人力和经验，存在效率低下、响应迟缓、信息不准确等问题。近年来，AI 技术在图像识别、数据分析、智能决策等方面取得了显著进展，为消防工作的智能化转型提供了可能。将 AI 技术应用于消防领域，可以提高火灾预防的精准性、火灾报警的及时性和灭火救援的高效性，推动消防工作向智能化、现代化方向发展。

【作者简介】吴创南（1981–），男，中国广东汕头人，本科，中级专业技术职务，从事计算机、信息通信研究。

2 AI 技术在火灾预防中的应用

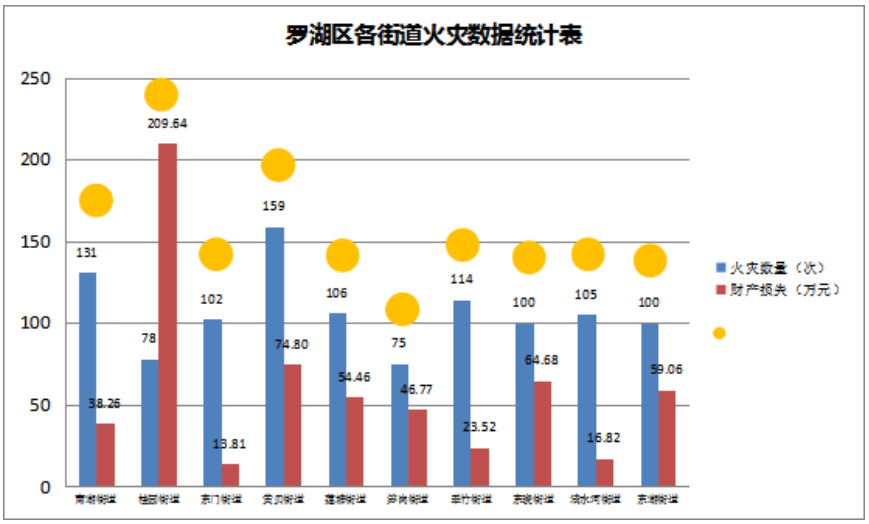
2.1 火灾隐患排查

AI 技术可以通过对大量消防设施、电气设备等图像数据的学习和分析，自动识别潜在的火灾隐患。例如，利用卷积神经网络（CNN）对消防栓、灭火器等设施的图像进行识别，判断其是否损坏、过期等；通过对电气线路的图像分析，检测是否存在线路老化、短路等隐患。这种方式不仅提高了隐患排查的效率，还能避免人为因素导致的遗漏和误判。

2.2 火灾风险预测

基于大数据分析和机器学习算法，AI 可以对火灾发生的概率进行预测。通过对历史火灾数据、气象数据、人口密度等多维度数据的综合分析，建立火灾风险预测模型。例如，

在城市规划中，根据建筑物的分布、用途以及周边环境等因素，预测不同区域的火灾风险等级，为消防资源的合理配置提供依据。同时，还可以对特定场所（如工厂、仓库等）的火灾风险进行实时评估，及时采取预防措施。



3 AI 技术在火灾报警中的应用

3.1 智能视频监控报警

传统的火灾报警系统主要依赖于烟雾传感器、温度传感器等设备，存在误报、漏报等问题。AI 智能视频监控系统可以通过对监控视频的实时分析，准确识别火灾特征。例如，利用目标检测算法检测火焰和烟雾的形状、颜色、运动轨迹等特征，当发现异常时及时发出报警信号。此外，智能视频监控还可以实现对监控区域的全方位覆盖，提高火灾报警的及时性和准确性。

3.2 智能传感器融合报警

将多种传感器（如烟雾传感器、温度传感器、气体传感器等）与 AI 技术相结合，实现传感器数据的融合分析。AI 算法可以根据不同传感器的数据特点，进行权重分配和综合判断，提高火灾报警的可靠性。例如，当烟雾传感器检测到烟雾，同时温度传感器检测到温度异常升高，且气体传感器检测到可燃气体浓度超标时，AI 系统可以综合判断为火灾发生，发出报警信号并自动启动灭火设备。

4 AI 技术在灭火救援中的应用

4.1 智能辅助决策系统

在灭火救援现场，消防指挥员需要快速做出决策，选择最优的灭火方案和救援路径。AI 智能辅助决策系统可以为指挥员提供实时的火灾现场信息和决策支持。例如，通过对火灾现场的图像、视频、传感器数据等进行分析，构建火灾现场的三维模型，预测火势蔓延趋势，为指挥员提供最佳的灭火策略和人员疏散方案 [1]。同时，系统还可以根据现场情况的变化实时调整决策，提高灭火救援的效率和安全性

4.2 智能救援机器人

AI 智能救援机器人可以在复杂危险的火灾现场代替消防人员执行一些高风险任务。例如，进入火灾现场进行侦察、灭火、救援等操作。机器人搭载的摄像头和传感器可以实时将现场情况传输给指挥中心，AI 系统可以根据这些数据进行分析和决策。此外，机器人还可以通过语音识别和合成技术与被困人员进行交流，安抚他们的情绪，指导他们进行自救。

4.3 智能个人防护装备

为消防人员配备智能个人防护装备，如智能头盔、智能服装等，可以实时监测消防人员的生命体征和周围环境情况 [2]。智能头盔配备的 AR（增强现实）技术可以为消防人员提供现场的火势分布、逃生通道等信息，帮助他们更好地进行救援工作。智能服装中的传感器可以监测消防人员的心率、体温、氧气浓度等指标，当出现异常时及时发出警报，保障消防人员的生命安全。

5 AI 技术在消防培训与演练中的应用

5.1 虚拟现实（VR）与增强现实（AR）培训

利用 VR 和 AR 技术创建逼真的火灾场景，让消防人员在虚拟环境中进行培训和演练。AI 系统可以根据不同的火灾场景和人员操作情况，实时调整场景难度和提供反馈指导。例如，在 VR 培训中，消防人员可以学习如何使用各种灭火器材、如何进行人员疏散等操作，系统可以根据其操作的准确性和速度进行评分和指导。AR 技术则可以在实际演练中为消防人员提供实时的信息提示和操作指导，增强培训效果。

5.2 智能模拟演练系统

AI 智能模拟演练系统可以模拟不同类型的火灾事故和救援过程，为消防队伍提供全面的演练方案。系统可以根据实际需求生成多样化的火灾场景，包括火灾发生的地点、火势大小、人员分布等信息。在演练过程中，AI 系统可以实时监测消防人员的操作情况，记录演练数据，并对演练结

果进行评估和分析，为改进训练方法和提高救援能力提供依据。

6 AI 技术在消防工作中面临的挑战与应对策略

6.1 数据安全与隐私保护

AI 技术在消防工作中的应用需要大量的数据支持，包括个人隐私数据、企业商业数据等。数据的安全与隐私保护至关重要 [3]。一方面，要建立健全的数据安全管理制度，加强对数据采集、存储、传输等环节的加密和访问控制；另一方面，要明确数据使用的权限和范围，确保数据仅用于消防工作相关的合法目的。

6.2 技术可靠性与稳定性

AI 技术本身还处于不断发展和完善的过程中，存在一定的不确定性。在消防工作中，AI 系统的可靠性与稳定性直接关系到人民生命财产安全。因此，需要加强对 AI 技术的研究和测试，提高算法的准确性和鲁棒性。同时，要建立完善的备份和应急机制，当 AI 系统出现故障时，能够及时切换到传统消防手段，确保灭火救援工作的正常进行。

6.3 人员素质与技术应用能力

消防人员对 AI 技术的理解和应用能力直接影响到其在消防工作中的效果。目前，部分消防人员对 AI 技术的认知有限，操作和维护 AI 设备存在困难。因此，要加强消防人员的 AI 技术培训，提高他们的技术应用水平和应急处理能力。同时，在引进 AI 技术时，要充分考虑其操作的简便性和实用性，降低使用门槛。

6.4 系统集成与标准化问题

在消防领域应用 AI 技术，涉及多个系统和平台的集成，其中包括消防设施系统、报警系统、通信系统、数据库系统等。这些系统分属不同的厂商和部门，采用的技术架构、数据格式、接口规范各不相同，如何实现各个系统之间的互联互通和数据共享，是一个重要的挑战。

目前，消防行业内缺乏统一的 AI 技术标准和规范，不同厂商和部门开发的 AI 消防系统可能存在兼容性问题，导致数据无法有效流通，系统之间难以协同工作。这不仅影响了 AI 技术在消防领域的推广应用，也制约了智慧消防的整体发展水平。

因此，亟需加强消防行业内部的协调合作，制定统一的 AI 消防技术标准体系。要从数据采集、数据存储、数据传输、数据处理等环节入手，规范数据格式、数据接口、通信协议等，确保不同系统之间的数据可以无缝对接和交互。同时，要建立统一的技术架构和开发规范，为 AI 消防系统的设计、开发、测试、部署提供指导，提高系统的可靠性、安全性、可维护性。

在此基础上，还要推动形成开放共享、合作共赢的智慧消防生态环境。鼓励不同厂商、不同部门加强合作，共同研发符合行业标准的 AI 消防解决方案。支持科研机构、高校等开展 AI 消防基础理论和关键技术攻关，为行业发展提供持续动力。营造良好的产业生态，促进大中小企业协同发展，推动 AI 消防技术的创新应用。

6.5 成本投入与资源配置

引进和应用 AI 技术需要大量的资金投入，包括硬件设备采购、系统开发、人员培训等。而消防部门普遍存在预算有限、投入不足的问题，尤其是基层消防队伍。因此，要科学规划 AI 消防项目，合理控制投资规模，避免盲目跟风、重复建设等问题。可以采取政府引导、社会参与的方式，鼓励社会资本参与智慧消防建设。同时，要优化消防资源配置，将有限的人力物力投入到最需要的领域，实现 AI 技术与传统消防力量的有机结合、优势互补。在资金紧张的情况下，可以先在火灾高风险区域和重点防控对象开展 AI 消防应用试点，总结经验后再逐步推广。

6.6 法律法规与监管框架

AI 技术在消防领域的应用涉及数据采集、隐私保护、事故责任认定等法律问题。目前相关的法律法规和监管政策还不完善，存在监管真空和灰色地带。一方面，要加快制定出台 AI 消防应用相关的法律法规，明确各方的权责边界，为技术应用提供法制保障。如出台《智慧消防管理条例》，规范 AI 技术在消防领域的应用行为。另一方面，要建立健全的监管机制，加强对 AI 消防系统的监管和审核，防止出现算法失控、系统故障等问题。如成立智慧消防监管委员会，负责制定技术标准、系统评估、事故调查等工作。同时，要建立 AI 消防系统的安全评估和事故追责机制，确保各方主体切实履行责任，维护消防工作的有序开展。

7 结论

AI 技术在消防领域的应用具有广阔前景。通过在火灾预防、火灾报警、灭火救援以及培训演练等方面的应用，可以显著提高消防工作的智能化水平和效率，更好地保障人民生命财产安全。然而，在推广应用过程中，也要重视数据安全、技术可靠性以及人员素质等挑战，采取有效的应对策略，确保 AI 技术在消防工作中健康、稳定、可持续地发展。未来，随着 AI 技术的不断创新和完善，其必将在消防领域发挥更加重要的作用，为构建更加安全、智能的社会环境提供有力支持。

参考文献

[1] 陈璨. 人工智能技术在消防监督工作中的应用[J]. 高科技与产业化, 2022(06): 45-47.

[2] 杜海峰. 安全监管人员要提升驾驭AI的能力[J]. 中国应急管理, 2025(03): 15-16.

[3] 黄鑫炎. AI驱动下智慧消防的研究进展[J]. 消防技术与产品, 2024(10): 22-25.